

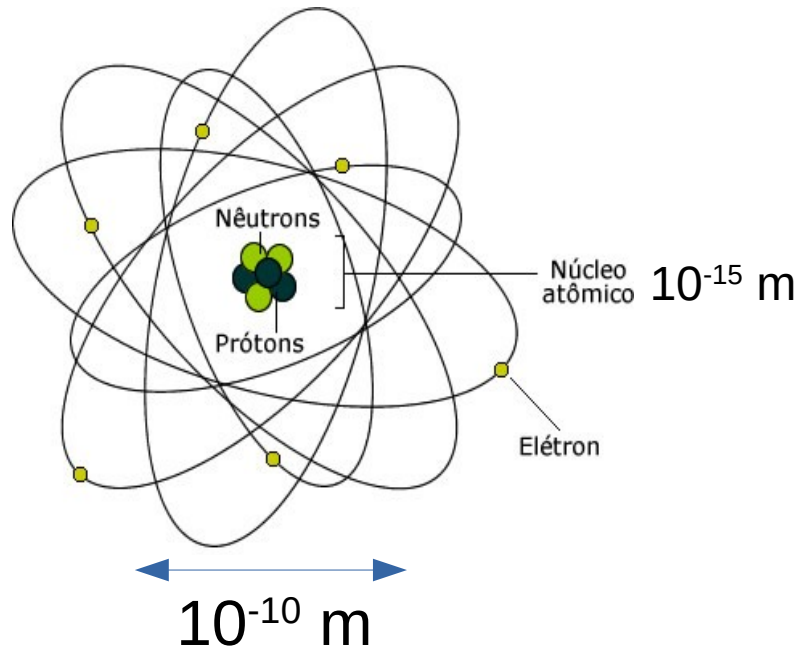
# Física III 2023 (IF) – Aula 2

## **Objetivos de aprendizagem**

- Descrever em linhas gerais como são constituídos átomos e moléculas.
- Descrever em linhas gerais a matéria em seus diferentes estados
- Descrever em linhas gerais o que são condutores e isolantes (dielétricos).

# A estrutura do átomo

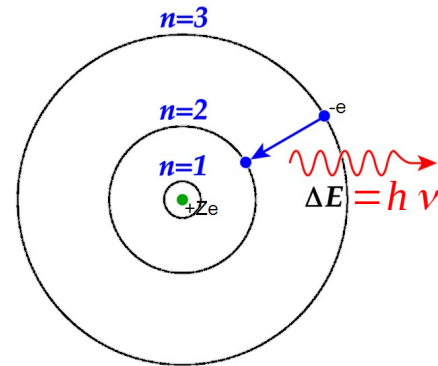
- Modelo “planetário”



Elétrons em órbita ao redor do campo Coulombiano nuclear

Níveis quantizados (órbitas eletrônicas)

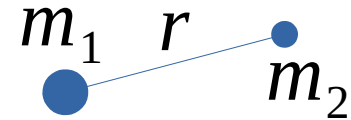
Transições – emissão de fótons



# Energia potencial gravitacional e E.P. elétrica

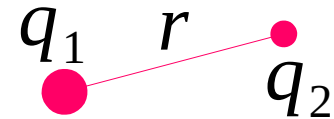
- Gravitacional

$$U_g(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

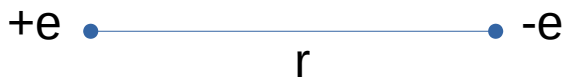


- Elétrica

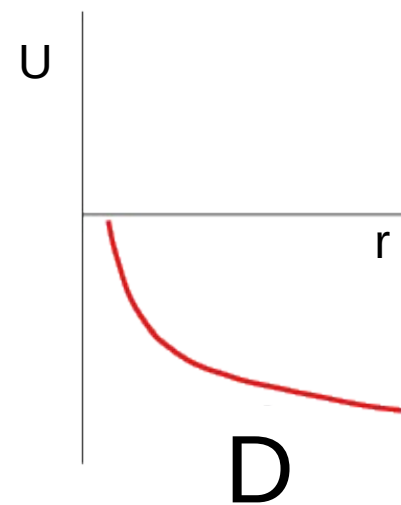
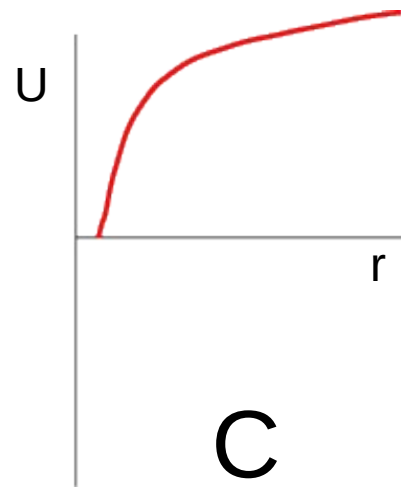
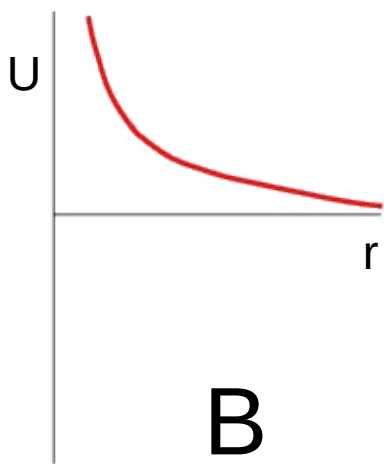
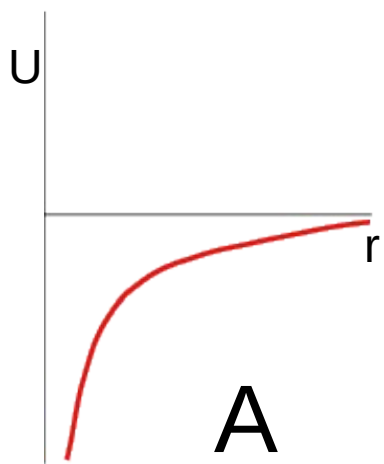
$$U_e(r) = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

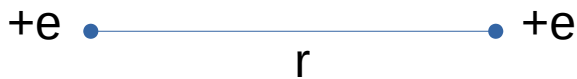


$$\left( \text{S.I.: } k = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \right)$$

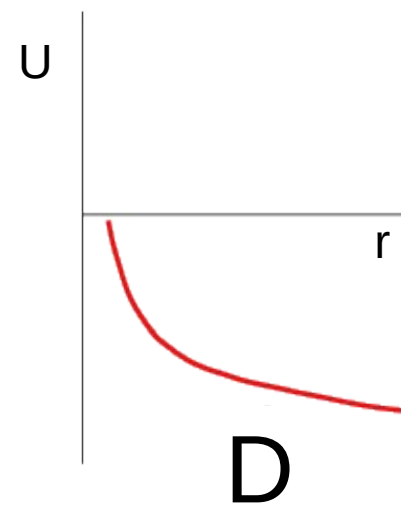
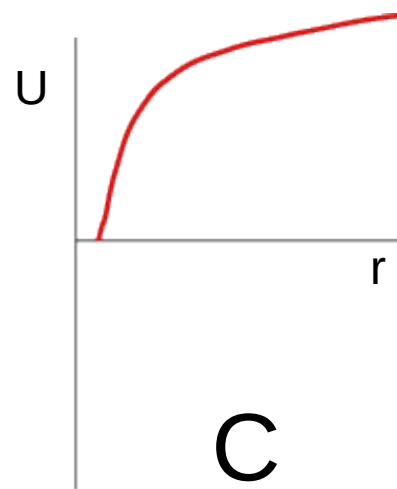
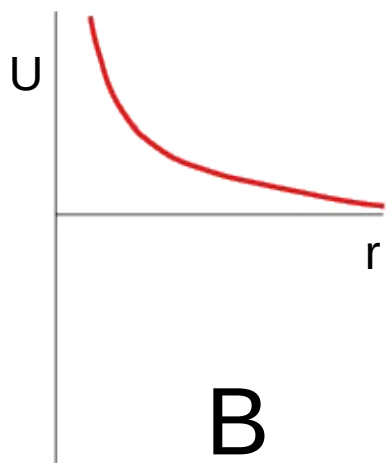
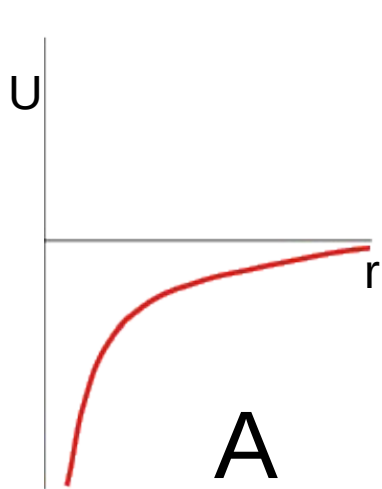


Qual gráfico mostra  $U(r)$  corretamente para um próton ( $q=+e$ ) e um elétron ( $q=-e$ )?





Qual gráfico mostra  $U(r)$  corretamente para dois prótons interagindo?



# Átomo de Hidrogênio

- Modelo de Bohr
- Níveis de energia

$$\frac{E(n)}{R_y} = -\frac{1}{n^2}, n=1,2,3\dots$$

$$\frac{U(r)}{R_y} = -\frac{a_0}{R} \quad \text{Potencial coulombiano}$$

Raio de Bohr:  $a_0 \sim 0.05 \text{ nm}$

Energia de Rydberg:  $R_y \sim 13,6 \text{ eV}$

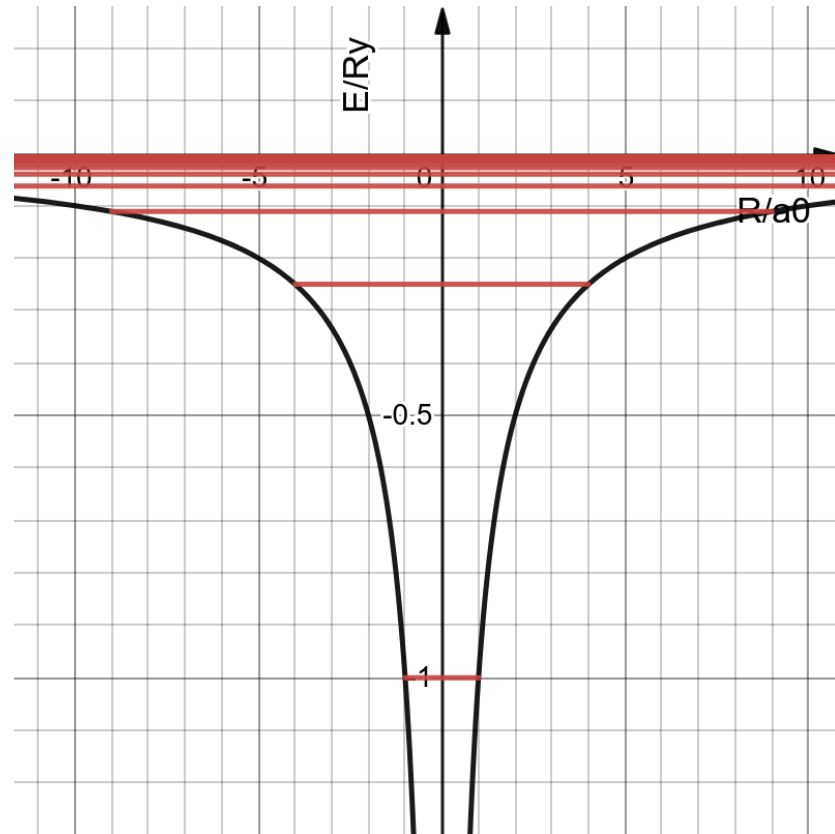
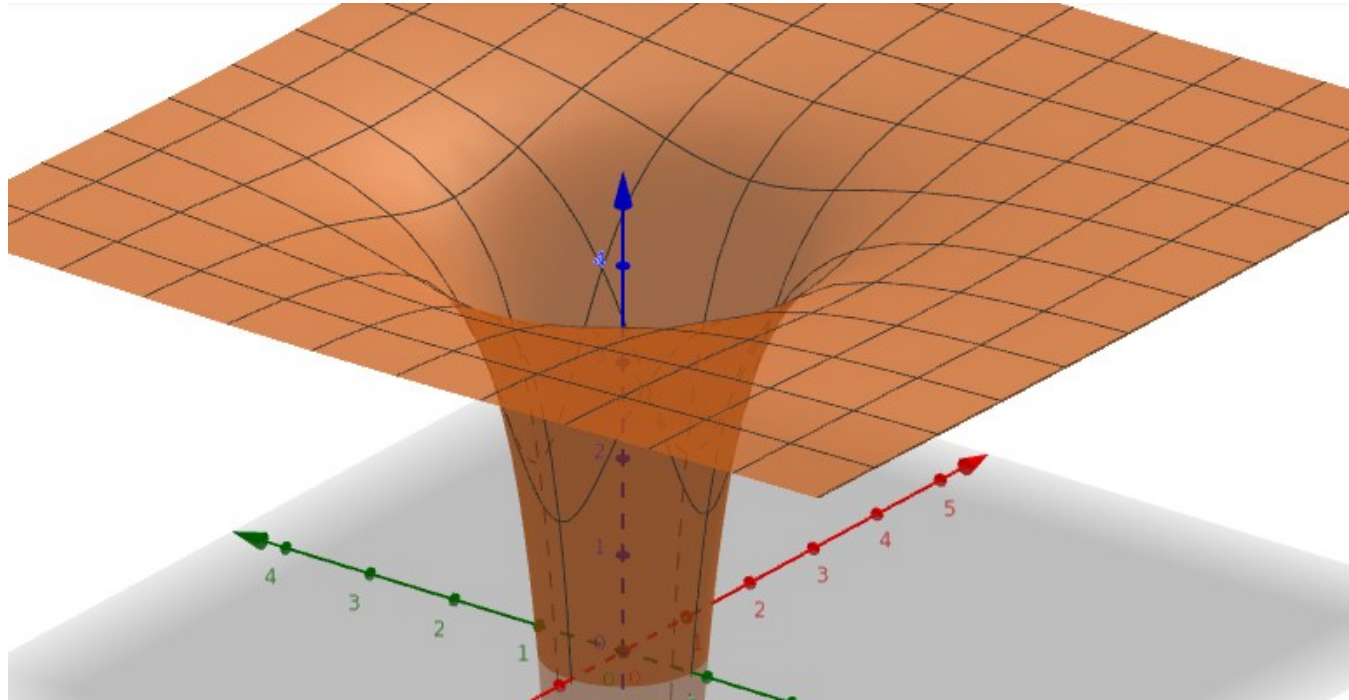


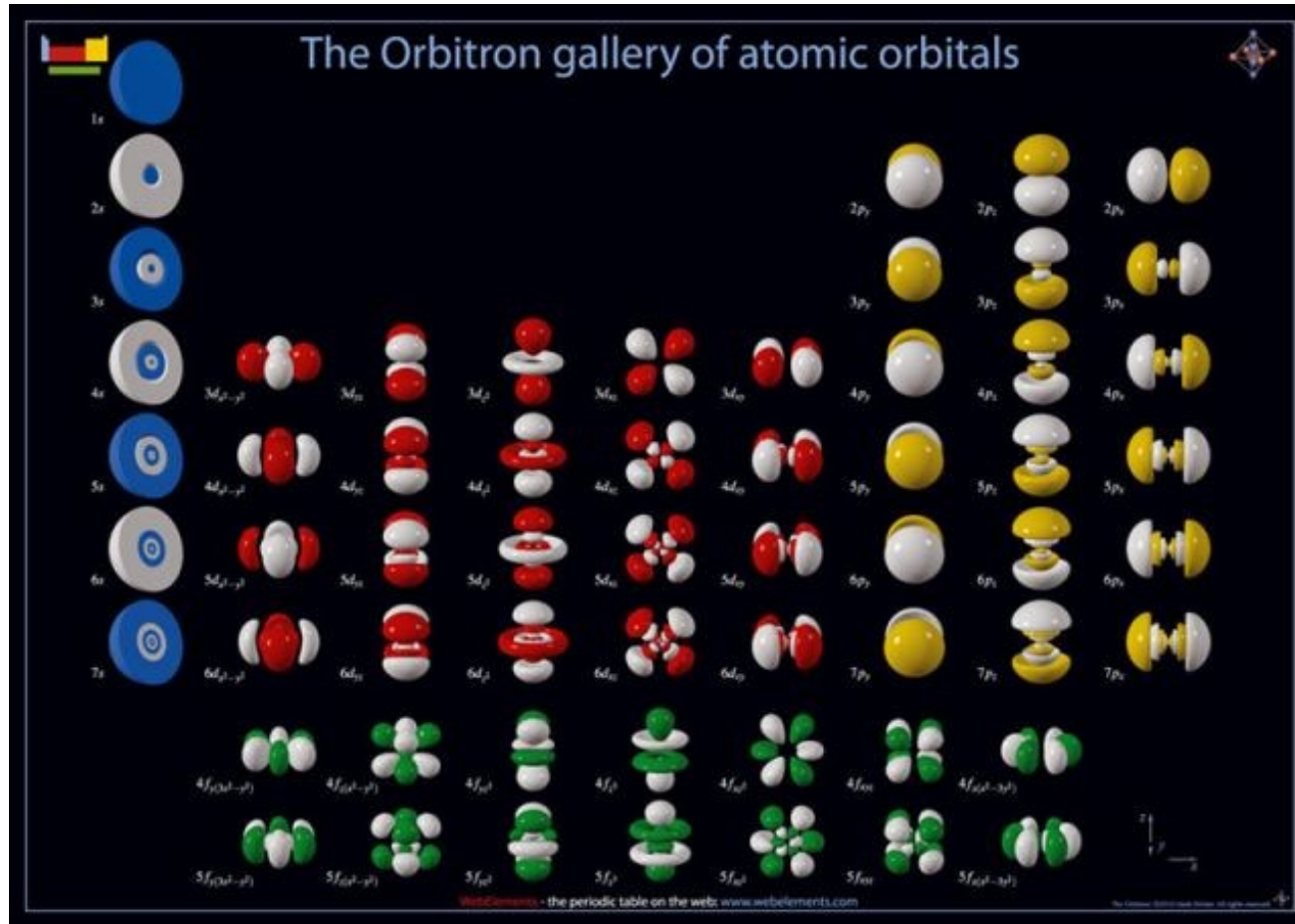
Figura no Desmos

# Potencial Coulombiano em 3D (2D)

- <https://www.geogebra.org/3d/w5tpvkwkwh>



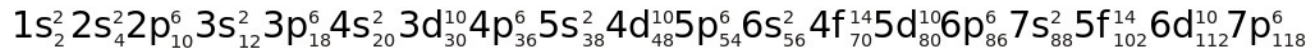
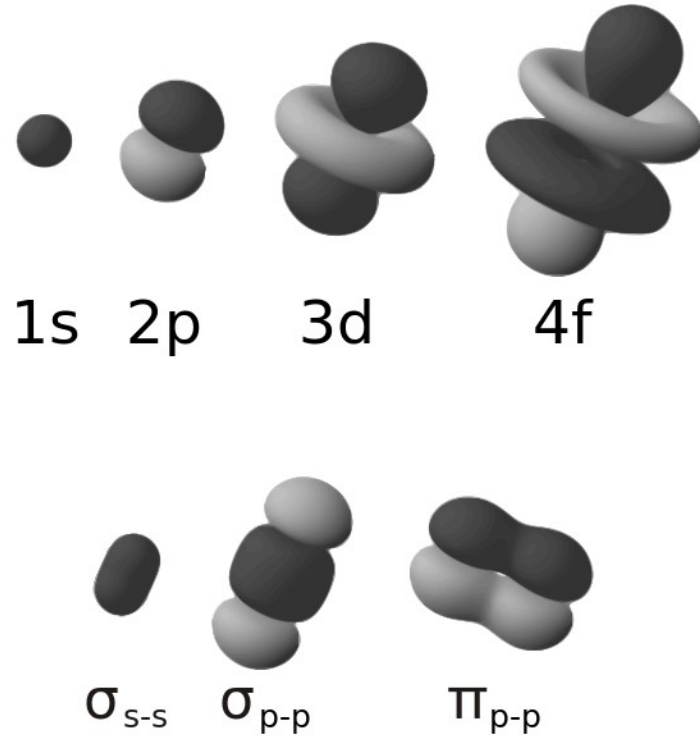
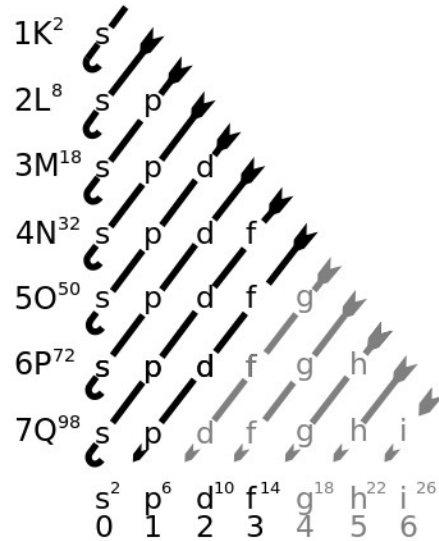
# Funções de onda atômicas





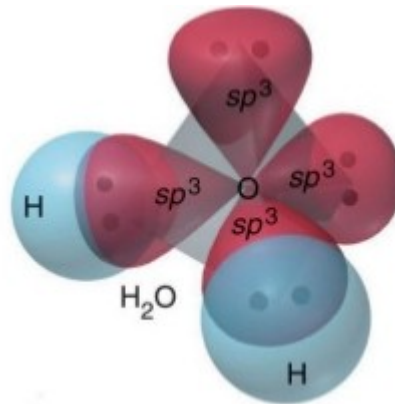
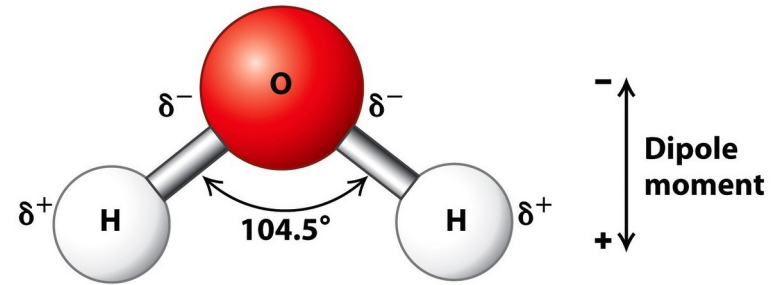
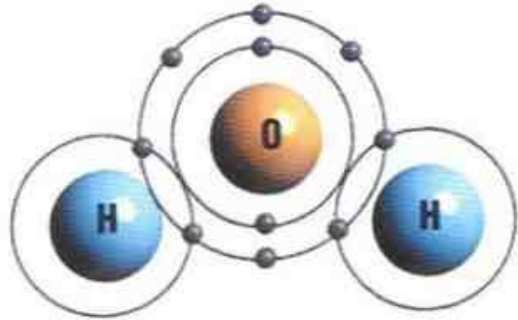
# Preenchimento dos níveis eletrônicos

Obs.:  
Princípio  
de Pauli

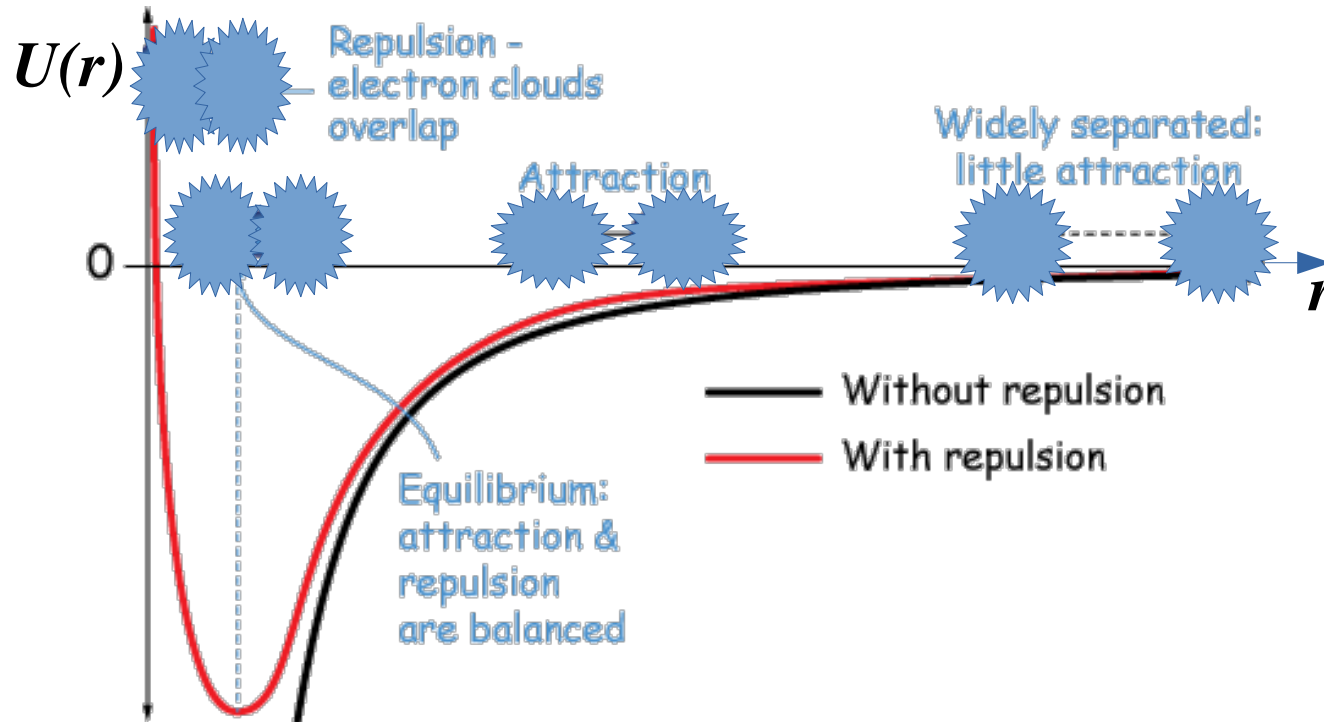


# Molécula de água

representações

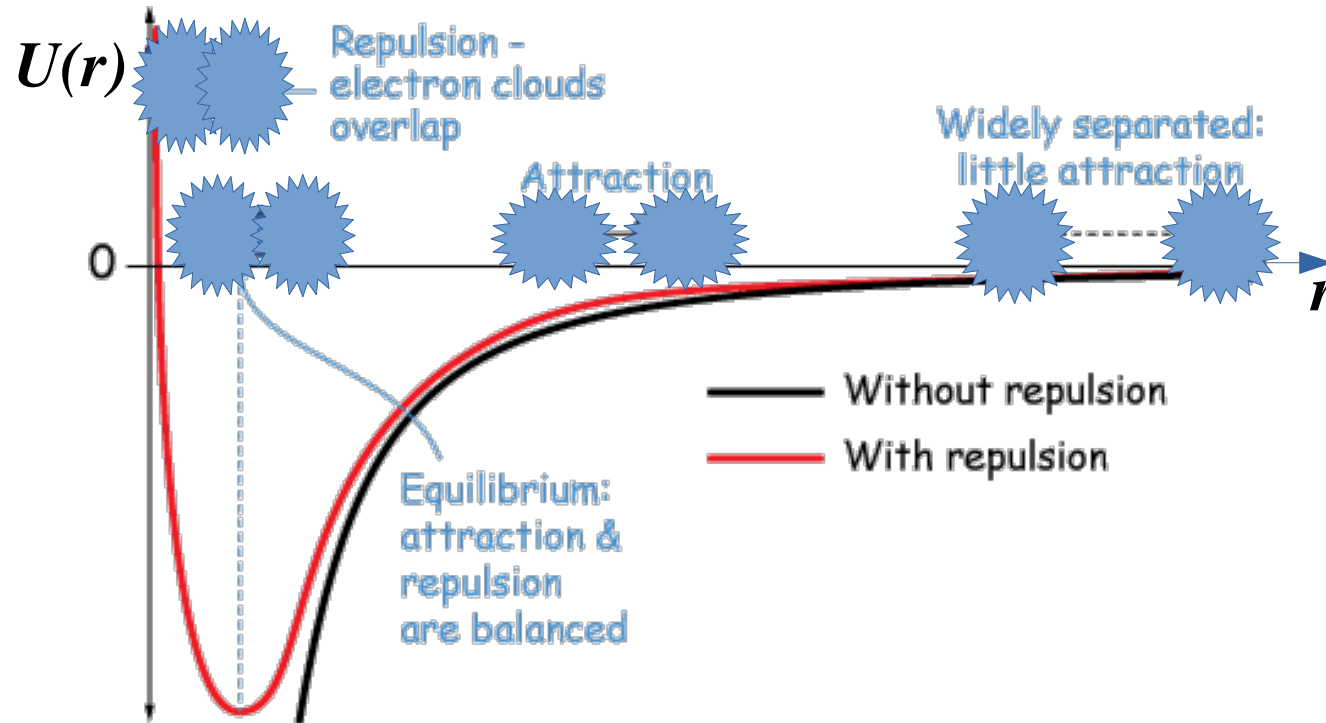


# Forças interatômicas/intermoleculares



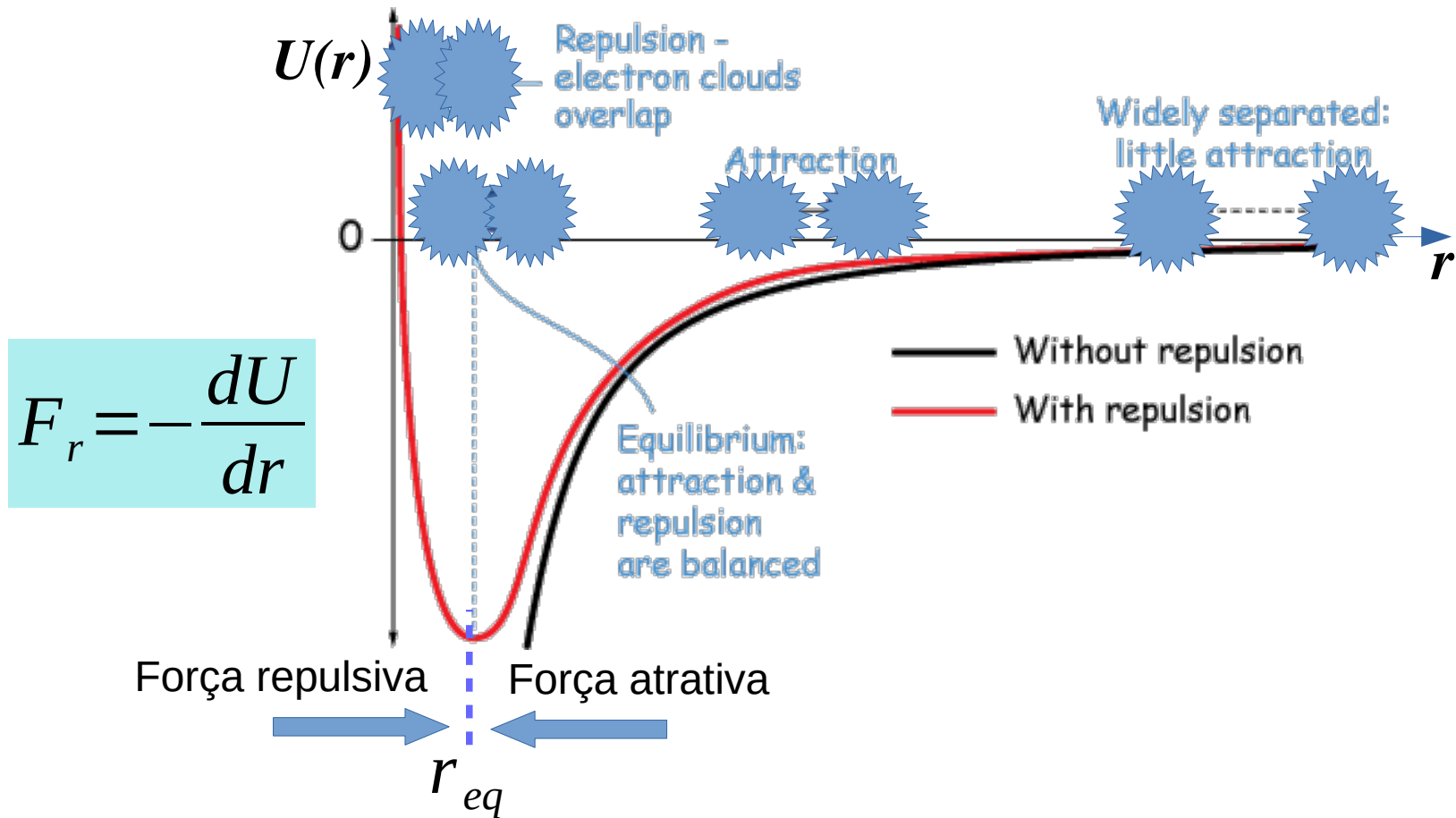
- e.g., Potenciais de
- Morse
  - Lennard- Johnes

# Forças interatômicas/intermoleculares



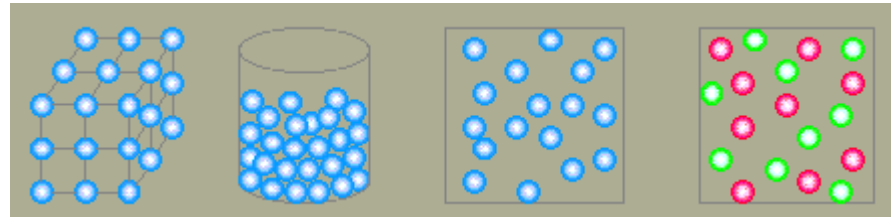
Como se obtém a força de interação a partir da função potencial?

# Forças interatômicas/intermoleculares



# Estados da matéria

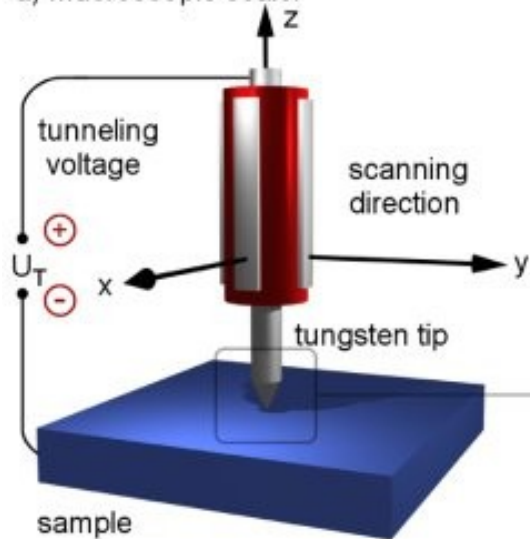
- Sólidos: interações fortes entre os átomos ou moléculas formam uma rede rígida. Átomos vibram em torno de posições de equilíbrio.
- Líquidos: moléculas podem se mover mais livremente, mantendo uma certa distância média entre si.
- Gases: Moléculas interagem ocasionalmente em colisões.
- Plasma (matéria ionizada)



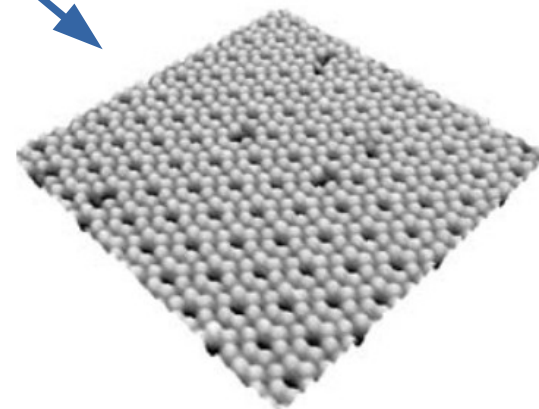
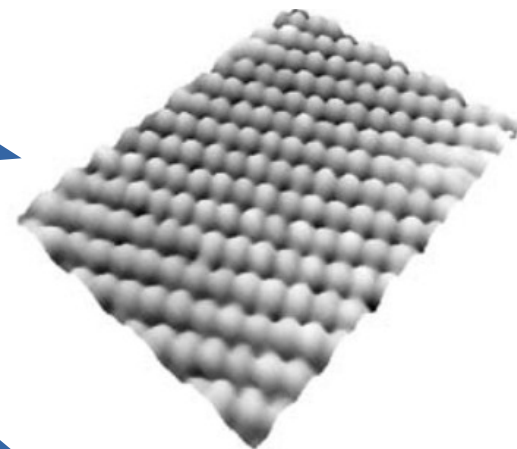
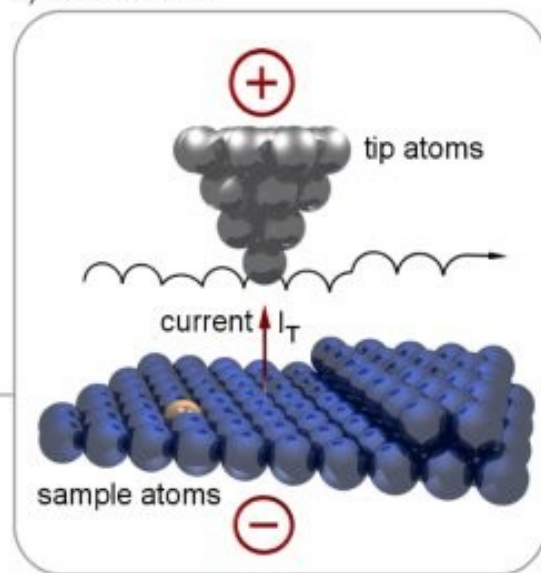
# Microscópio de tunelamento quântico

- Superfícies de duas formas cristalinas de Silício puro

a) macroscopic scale:



b) atomic scale:



# O que é “ponto de retorno”?

- A) O balão que permite que os carros deem meia volta ao final de uma rua sem saída
- B) O ponto no diagrama de energia em que a energia total é igual à energia potencial, e portanto a cinética é nula
- C) O ponto em que a força (derivada do potencial) é nula, e a partícula retorna
- D) O ponto em que a magnitude da força é máxima, obrigando a partícula a retornar

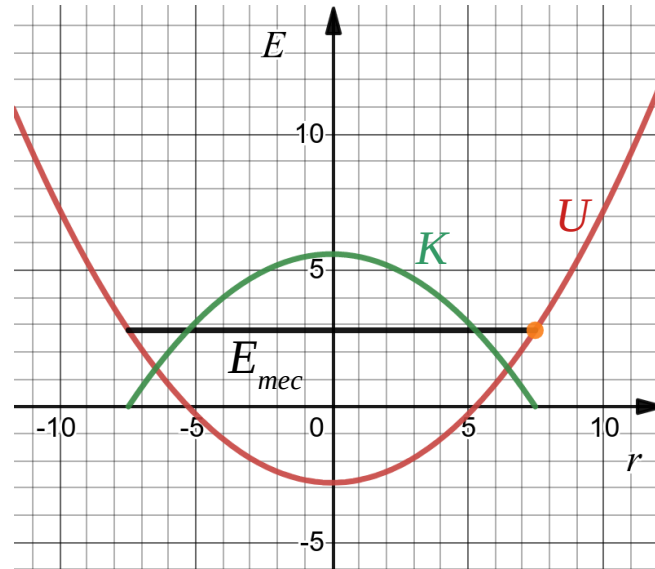


# Poço potencial no Desmos

Ex.: Potencial  
Parabólico:

$$U(r) = \frac{1}{2}kr^2 + U_0$$

Diagrama de energia



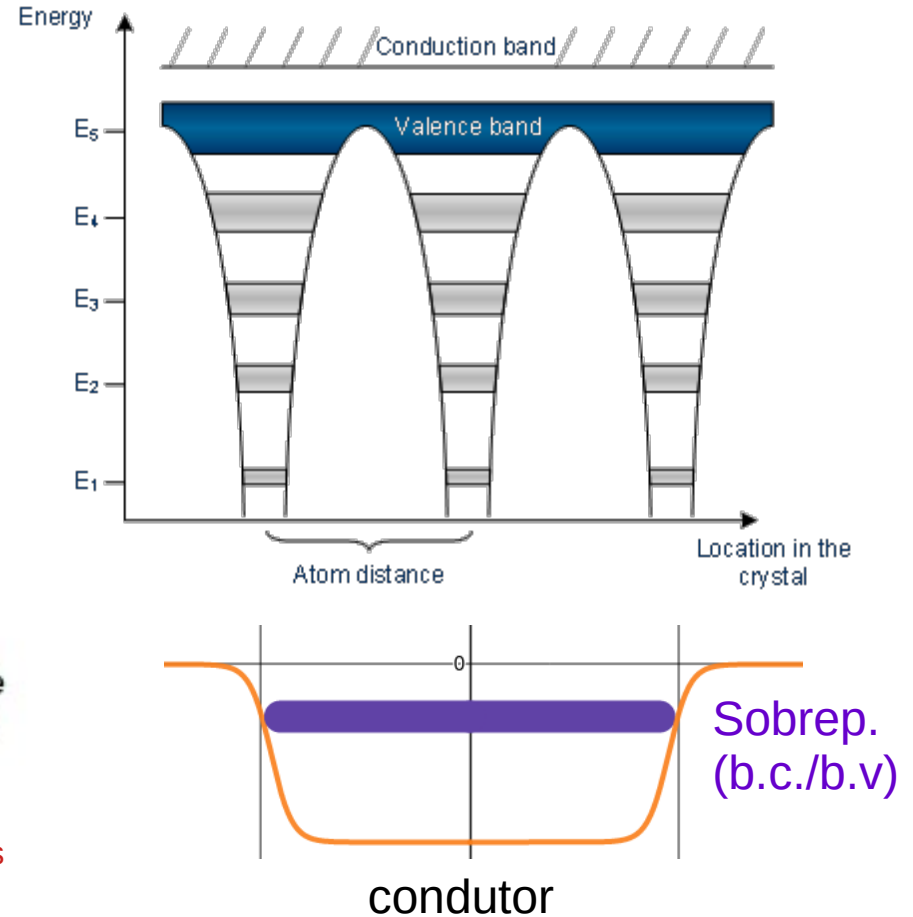
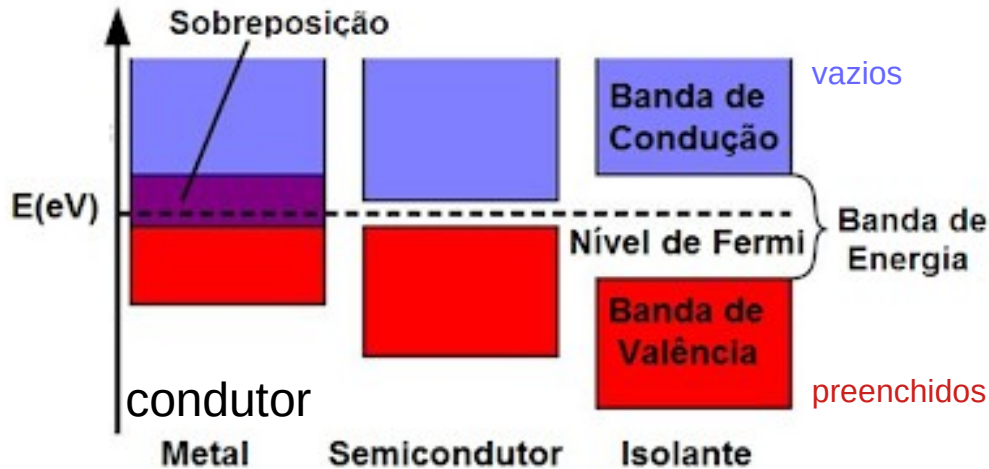
Energias:

- Potencial  $U$
- Cinética  $K$
- Mecânica  $E_{mec}$

<https://www.desmos.com/calculator/1twquhg8gi>

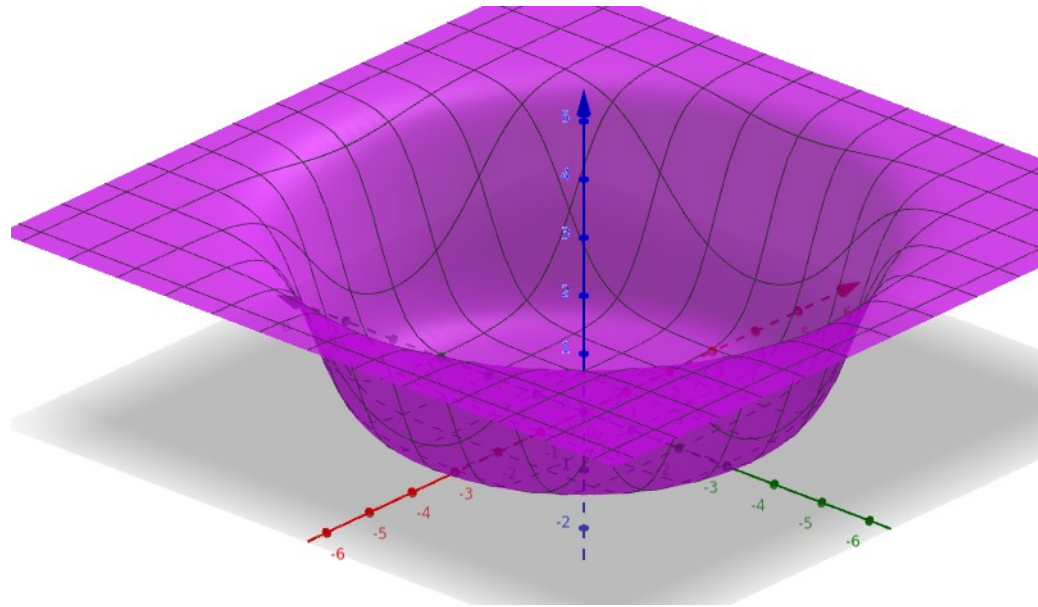
# Condutor, semicondutor, isolante

- Estrutura de bandas
- Princípio de Pauli
- (T)

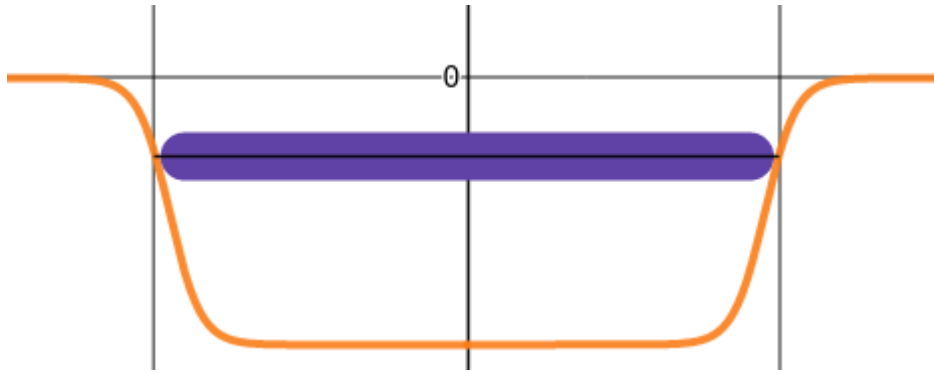


# Poço de potencial (bacia)

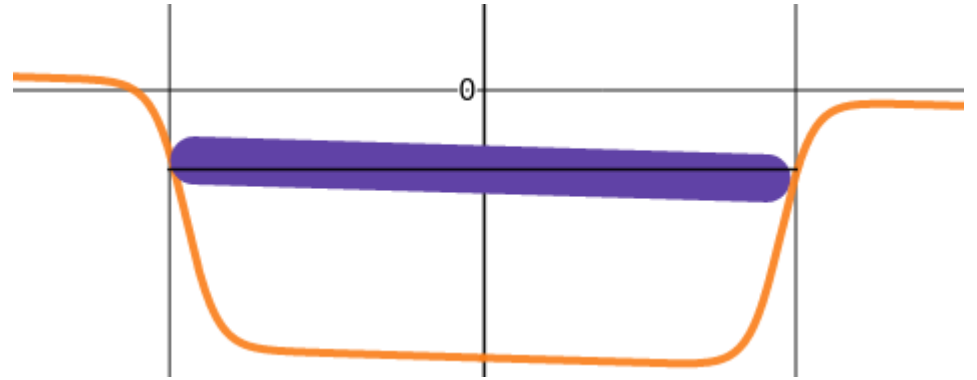
- <https://www.geogebra.org/3d/bfnjfdjg>



# Condutor sem e com campo elétrico



Sem campo

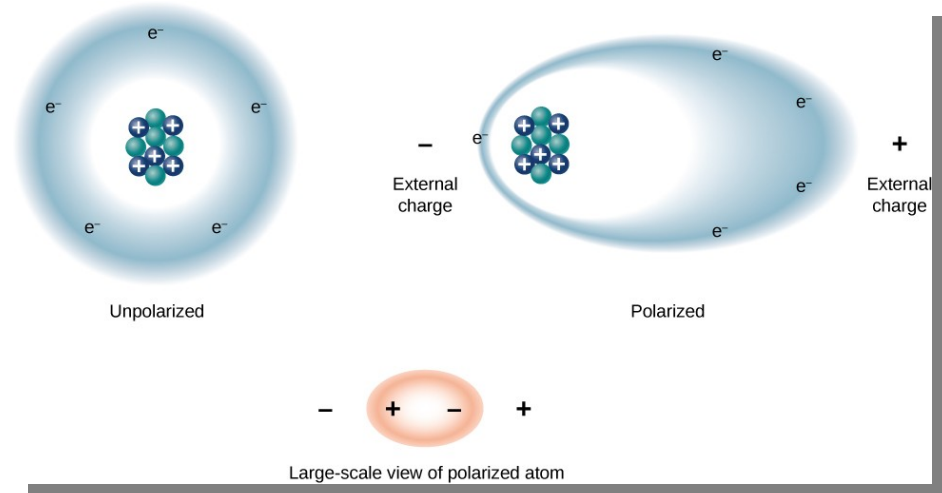
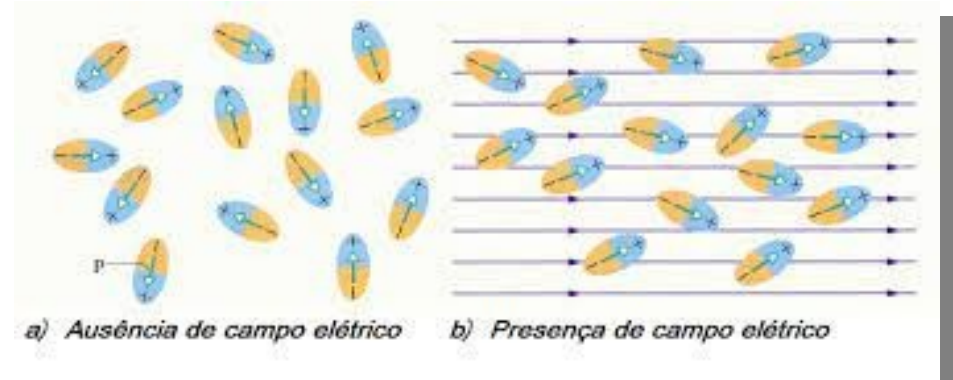


$E$

Com campo (e corrente)  
→ sem corrente ?

# Dieletricos

- Polarização
  - Moléculas polares: orientação
  - Apolares: dipolo molecular induzido



# Obs.: Conceito de “Sistema”

- Contexto ...
- = Conjunto de entes físicos
- Apostila: pelo menos 2 partículas elementares
- Preferível mais geral: mesmo 1 partícula elementar pode ser considerada um sistema, ou até mesmo, nenhuma (vácuo)!
- Leis físicas se aplicam a sistemas (exemplo: conservação da energia)
- Sistema X Entorno

